

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 8月27日

出願番号

Application Number:

特願2002-246401

[ ST.10/C ]:

[ JP2002-246401 ]

出願人

Applicant(s):

ジーイー・メディカル・システムズ・グローバル・テクノロジー・カンパニー・エルエルシー

2003年 1月17日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎

出証番号 出証特2002-3106537

【書類名】 特許願

【整理番号】 16NM02045

【提出日】 平成14年 8月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 A61B 5/055

【発明の名称】 磁界補正方法、磁界形成装置および磁気共鳴撮影装置

【請求項の数】 16

【発明者】

【住所又は居所】 東京都日野市旭が丘四丁目7番地の127 ジーイー横河メディカルシステム株式会社内

【氏名】 後藤 隆男

【特許出願人】

【識別番号】 300019238

【氏名又は名称】 ジーイー・メディカル・システムズ・グローバル・テクノロジー・カンパニー・エルエルシー

【代理人】

【識別番号】 100085187

【弁理士】

【氏名又は名称】 井島 藤治

【選任した代理人】

【識別番号】 100090424

【弁理士】

【氏名又は名称】 鯨島 信重

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009542

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1



【物件名】            要約書    1

【包括委任状番号】    0005611

【プルーフの要否】    要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁界補正方法、磁界形成装置および磁気共鳴撮影装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 空間を挟んで互いに対向するようにヨークによって支持された 1 対の磁石が前記空間に形成する静磁界の不均一誤差を補正するにあたり、

前記静磁界の 2 次項成分を、前記空間にその中心に関して対称的に配置された 1 対の円線輪コイルが前記空間に発生する磁界の 2 次項成分によって補正し、

前記 1 対の円線輪コイルによる前記空間の磁界の 0 次項成分を、前記ヨークに巻かれたコイルが前記空間に発生する磁界の 0 次項成分によって補償する、ことを特徴とする磁界補正方法。

【請求項 2】 空間を挟んで互いに対向するようにヨークによって支持された 1 対の磁石を有し前記空間に静磁界を形成する磁界形成手段と、

前記静磁界の 2 次項成分を、前記空間にその中心に関して対称的に配置された 1 対の円線輪コイルが前記空間に発生する磁界の 2 次項成分によって補正する補正手段と、

前記 1 対の円線輪コイルによる前記空間の磁界の 0 次項成分を、前記ヨークに巻かれたコイルが前記空間に発生する磁界の 0 次項成分によって補償する補償手段と、

を具備することを特徴とする磁界形成装置。

【請求項 3】 前記空間の静磁界に勾配を付与するための 1 対の勾配コイルが前記 1 対の磁石の磁極面にそれぞれ設けられ、

前記 1 対の円線輪コイルが前記 1 対の勾配コイルの外周に沿ってそれぞれ設けられている、

ことを特徴とする請求項 2 または請求項 3 に記載の磁界形成装置。

【請求項 4】 前記ヨークは、垂直ヨークとその両端から水平に延びて互いに対向する 1 対の水平ヨークとを有する、

ことを特徴とする請求項 2 ないし請求項 3 のうちのいずれか 1 つに記載の磁界形成装置。

【請求項 5】 前記 1 対の水平ヨークの互いに対向する面に前記 1 対の磁石



がそれぞれ設けられている、

ことを特徴とする請求項 4 に記載の磁界形成装置。

【請求項 6】 前記 1 対の磁石はそれぞれポールピースを有する、  
ことを特徴とする請求項 5 に記載の磁界形成装置。

【請求項 7】 前記垂直ヨークは前記空間の中心に関して対称的な 1 対のヨークである、  
ことを特徴とする請求項 4 ないし請求項 6 のうちのいずれか 1 つに記載の磁界形成装置。

【請求項 8】 前記垂直ヨークに前記コイルが巻かれている、  
ことを特徴とする請求項 4 ないし請求項 7 のうちのいずれか 1 つに記載の磁界形成装置。

【請求項 9】 空間を挟んで互いに対向するようにヨークによって支持された 1 対の磁石を有し前記空間に静磁界を形成する磁界形成手段と、

前記静磁界の 2 次項成分を、前記空間にその中心に関して対称的に配置された 1 対の円線輪コイルが前記空間に発生する磁界の 2 次項成分によって補正する補正手段と、

前記 1 対の円線輪コイルによる前記空間の磁界の 0 次項成分を、前記ヨークに巻かれたコイルが前記空間に発生する磁界の 0 次項成分によって補償する補償手段と、

前記空間におけるスピが生じる磁気共鳴信号を獲得する信号獲得手段と、

前記獲得した磁気共鳴信号に基づいて画像を生成する画像生成手段と、  
を具備することを特徴とする磁気共鳴撮影装置。

【請求項 10】 前記 1 対の円線輪コイルによる前記空間の磁界を感知する感知手段と、

前記感知した磁界に基づいて前記補償手段を制御する制御手段と、  
を具備することを特徴とする請求項 9 に記載の磁気共鳴撮影装置。

【請求項 11】 前記空間の静磁界に勾配を付与するための 1 対の勾配コイルが前記 1 対の磁石の磁極面にそれぞれ設けられ、

前記 1 対の円線輪コイルが前記 1 対の勾配コイルの外周に沿ってそれぞれ設け

られている、

ことを特徴とする請求項 9 または請求項 1 0 に記載の磁気共鳴撮影装置。

【請求項 1 2】 前記ヨークは、垂直ヨークとその両端から水平に延びて互いに対向する 1 対の水平ヨークとを有する、

ことを特徴とする請求項 9 ないし請求項 1 1 のうちのいずれか 1 つに記載の磁気共鳴撮影装置。

【請求項 1 3】 前記 1 対の水平ヨークの互いに対向する面に前記 1 対の磁石がそれぞれ設けられている、

ことを特徴とする請求項 1 2 に記載の磁気共鳴撮影装置。

【請求項 1 4】 前記 1 対の磁石はそれぞれポールピースを有する、  
ことを特徴とする請求項 1 3 に記載の磁気共鳴撮影装置。

【請求項 1 5】 前記垂直ヨークは前記空間の中心に関して対称的な 1 対のヨークである、

ことを特徴とする請求項 1 2 ないし請求項 1 4 のうちのいずれか 1 つに記載の磁気共鳴撮影装置。

【請求項 1 6】 前記垂直ヨークに前記コイルが巻かれている、  
ことを特徴とする請求項 1 2 ないし請求項 1 5 のうちのいずれか 1 つに記載の磁気共鳴撮影装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、磁界補正方法、磁界形成装置および磁気共鳴撮影装置に関し、とくに、空間を挟んで互いに対向するようにヨーク (y o k e) によって支持された 1 対の磁石が形成する静磁界の不均一誤差を補正する方法、不均一誤差が補正された静磁界を形成する装置、および、そのような磁界形成装置を備えた磁気共鳴撮影装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来、互いに対向する 1 対の磁石によって空間に均一な静磁界を形成する装置

では、静磁界空間の中心に関して対称的に配置された 1 対の円線輪コイル (coil) を 2 系統用い、それらがそれぞれ発生する磁界の 2 次項成分によって、静磁界の 2 次項成分を相殺 (補正) するようにしている。2 系統の円線輪コイル対が発生する磁界は極性を互いに逆にして、それらの 0 次項成分が静磁界におよぼす影響を小さくしている。

#### 【0 0 0 3】

##### 【発明が解決しようとする課題】

従来の方法では、2 系統の円線輪コイル対がそれぞれ発生する磁界の極性が逆なので、それぞれの磁界の 2 次項成分の差によって静磁界の 2 次項成分を補正することになる。このため、2 系統の円線輪コイル対に供給した電力の割には補正の能率が悪い。

#### 【0 0 0 4】

そこで、本発明の課題は、能率良く静磁界の 2 次項成分を補正する方法、2 次項成分が能率良く補正された静磁界を形成する装置、および、そのような磁界形成装置を備えた磁気共鳴撮影装置を実現することである。

#### 【0 0 0 5】

##### 【課題を解決するための手段】

(1) 上記の課題を解決するためのひとつの観点での発明は、空間を挟んで互いに対向するようにヨークによって支持された 1 対の磁石が前記空間に形成する静磁界の不均一誤差を補正するにあたり、前記静磁界の 2 次項成分を、前記空間にその中心に関して対称的に配置された 1 対の円線輪コイルが前記空間に発生する磁界の 2 次項成分によって補正し、前記 1 対の円線輪コイルによる前記空間の磁界の 0 次項成分を、前記ヨークに巻かれたコイルが前記空間に発生する磁界の 0 次項成分によって補償する、ことを特徴とする磁界補正方法である。

#### 【0 0 0 6】

(2) 上記の課題を解決するための他の観点での発明は、空間を挟んで互いに対向するようにヨークによって支持された 1 対の磁石を有し前記空間に静磁界を形成する磁界形成手段と、前記静磁界の 2 次項成分を、前記空間にその中心に関して対称的に配置された 1 対の円線輪コイルが前記空間に発生する磁界の 2 次項

成分によって補正する補正手段と、前記 1 対の円線輪コイルによる前記空間の磁界の 0 次項成分を、前記ヨークに巻かれたコイルが前記空間に発生する磁界の 0 次項成分によって補償する補償手段と、を具備することを特徴とする磁界形成装置である。

## 【 0 0 0 7 】

(3) 上記の課題を解決するための他の観点での発明は、空間を挟んで互いに対向するようにヨークによって支持された 1 対の磁石を有し前記空間に静磁界を形成する磁界形成手段と、前記静磁界の 2 次項成分を、前記空間にその中心に関して対称的に配置された 1 対の円線輪コイルが前記空間に発生する磁界の 2 次項成分によって補正する補正手段と、前記 1 対の円線輪コイルによる前記空間の磁界の 0 次項成分を、前記ヨークに巻かれたコイルが前記空間に発生する磁界の 0 次項成分によって補償する補償手段と、前記空間におけるスピンの生じる磁気共鳴信号を獲得する信号獲得手段と、前記獲得した磁気共鳴信号に基づいて画像を生成する画像生成手段と、を具備することを特徴とする磁気共鳴撮影装置である。

## 【 0 0 0 8 】

上記各観点での発明では、空間を挟んで互いに対向するようにヨークによって支持された 1 対の磁石が形成する静磁界の不均一誤差を補正するにあたり、静磁界の 2 次項成分を、静磁界空間の中心に関して対称的に配置された 1 対の円線輪コイルが発生する磁界の 2 次項成分によって補正するとともに、1 対の円線輪コイルによる磁界の 0 次項成分を、ヨークに巻かれたコイルが発生する磁界の 0 次項成分によって補償する。

## 【 0 0 0 9 】

ヨークに巻かれたコイルが発生する磁界の 2 次項成分は、1 対の円線輪コイルが発生する磁界の 2 次項成分に比べて十分に小さいので、1 対の円線輪コイルによる 2 次項成分の補正効果を減殺することがない。したがって、能率良く静磁界の 2 次項成分を補正することができる。それと同時に、1 対の円線輪コイルの磁界の 0 次項成分が静磁界におよぼす影響も適切に除去される。

## 【 0 0 1 0 】



前記 1 対の円線輪コイルによる前記空間の磁界を感知する感知手段と、前記感知した磁界に基づいて前記補償手段を制御する制御手段とを具備することが、0 次項成分の補正を適正に行う点で好ましい。

【0 0 1 1】

前記空間の静磁界に勾配を付与するための 1 対の勾配コイルが前記 1 対の磁石の磁極面にそれぞれ設けられ、前記 1 対の円線輪コイルが前記 1 対の勾配コイルの外周に沿ってそれぞれ設けられていることが、1 対の円線輪コイルを設けたことによる磁石間の距離の増大を抑制する点で好ましい。

【0 0 1 2】

前記ヨークは、垂直ヨークとその両端から水平に延びて互いに対向する 1 対の水平ヨークとを有することが、静磁界空間を適切に形成する点で好ましい。

前記 1 対の水平ヨークの互いに対向する面に前記 1 対の磁石がそれぞれ設けられていることが、垂直磁界を形成する点で好ましい。

【0 0 1 3】

前記 1 対の磁石はそれぞれポールピースを有することが、磁界の均一性を良くする点で好ましい。

前記垂直ヨークは前記空間の中心に関して対称的な 1 対のヨークであることが、水平ヨークを両持ちにする点で好ましい。

【0 0 1 4】

前記垂直ヨークに前記コイルが巻かれていることが、0 次項成分補正用の磁界を適切に発生する点で好ましい。

【0 0 1 5】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。なお、本発明は実施の形態に限定されるものではない。図 1 に磁気共鳴撮影装置のブロック (block) 図を示す。本装置は本発明の実施の形態の一例である。本装置の構成によって、本発明の磁気共鳴撮影装置に関する実施の形態の一例が示される。

【0 0 1 6】

同図に示すように、本装置はマグネットシステム (magnet system)

m) 1 0 0 を有する。マグネットシステム 1 0 0 は主磁場マグネット部 1 0 2、補正コイル部 1 0 4、勾配コイル部 1 0 6、R F コイル部 1 0 8 および補償コイル部 1 1 4 を有する。マグネットシステム 1 0 0 の内部空間（ボア：b o r e）に、対象 1 がテーブル 5 0 0 に搭載されて搬入および搬出される。

【 0 0 1 7 】

主磁場マグネット部 1 0 2、補正コイル部 1 0 4、勾配コイル部 1 0 6 および R F コイル部 1 0 8 は、いずれも空間を挟んで互いに対向する一対のものからなる。また、いずれも概ね円形の外周を有し中心軸を共有して配置されている。マグネットシステム 1 0 0 については後にあらためて説明する。

【 0 0 1 8 】

主磁場マグネット部 1 0 2 はマグネットシステム 1 0 0 の内部空間に静磁界を形成する。静磁界の方向は概ね対象 1 の体軸方向と直交する。すなわちいわゆる垂直磁界を形成する。主磁場マグネット部 1 0 2 は例えば永久磁石等を用いて構成される。なお、永久磁石に限らず超伝導電磁石あるいは常伝導電磁石等を用いて構成してもよい。

【 0 0 1 9 】

補正コイル部 1 0 4 は、静磁界の 2 次の不均一を補正するための磁界を生じる。すなわち、補正コイル部 1 0 4 は、静磁界の 2 次項成分に等しい 2 次項成分を逆極性で含む磁界を発生する。

【 0 0 2 0 】

勾配コイル部 1 0 6 は、互いに垂直な 3 軸すなわちスライス（s l i c e）軸、位相軸および周波数軸の方向において、それぞれ静磁界強度に勾配を持たせるための 3 つの勾配磁場を生じる。

【 0 0 2 1 】

スライス軸方向の勾配磁場をスライス勾配磁場ともいう。位相軸方向の勾配磁場を位相エンコード（p h a s e e n c o d e）勾配磁場ともいう。周波数軸方向の勾配磁場をリードアウト（r e a d o u t）勾配磁場ともいう。このような勾配磁場の発生を可能にするために、勾配コイル部 1 0 6 は後述する 3 系統の勾配コイルを有する。以下、勾配磁場を単に勾配ともいう。

## 【 0 0 2 2 】

R F コイル部 1 0 8 は静磁界空間に対象 1 の体内のスピン ( s p i n ) を励起するための R F パルス ( r a d i o   f r e q u e n c y   p u l s e ) を送信する。R F コイル部 1 0 8 は、また、励起されたスピンが生じる磁気共鳴信号を受信する。R F コイル部 1 0 8 は、送信と受信を同一のコイルで行うものでも別々なコイルで行うものでもどちらでもよい。

## 【 0 0 2 3 】

補償コイル部 1 1 4 は、補正コイル部 1 0 4 が発生する磁界の 0 次項成分を補償するための磁界を生じる。すなわち、補償コイル部 1 1 4 は、補正コイル部 1 0 4 が発生する磁界の 0 次項成分に等しい逆極性の 0 次項成分を持つ磁界を発生する。

## 【 0 0 2 4 】

補正コイル部 1 0 4 には電流供給部 1 1 0 が接続されている。電流供給部 1 1 0 は、補正コイル部 1 0 4 に電流を供給して補正用の磁界を発生させる。補償コイル部 1 1 4 には電流供給部 1 2 0 が接続されている。電流供給部 1 2 0 は、補償コイル部 1 1 4 に電流を供給して補償用の磁界を発生させる。

## 【 0 0 2 5 】

勾配コイル部 1 0 6 には勾配駆動部 1 3 0 が接続されている。勾配駆動部 1 3 0 は勾配コイル部 1 0 6 に駆動信号を与えて勾配磁場を発生させる。勾配駆動部 1 3 0 は、勾配コイル部 1 0 6 における 3 系統の勾配コイルに対応して、図示しない 3 系統の駆動回路を有する。

## 【 0 0 2 6 】

R F コイル部 1 0 8 には R F 駆動部 1 4 0 が接続されている。R F 駆動部 1 4 0 は R F コイル部 1 0 8 に駆動信号を与えて R F パルスを送信し、対象 1 の体内のスピンを励起する。

## 【 0 0 2 7 】

R F コイル部 1 0 8 にはデータ収集部 1 5 0 が接続されている。データ収集部 1 5 0 は、R F コイル部 1 0 8 が受信した受信信号をサンプリング ( s a m p l i n g ) によって取り込み、それをデジタルデータ ( d i g i t a l   d a t

a) として収集する。

【 0 0 2 8 】

電流供給部 1 1 0、1 2 0、勾配駆動部 1 3 0、R F 駆動部 1 4 0 およびデータ収集部 1 5 0 には制御部 1 6 0 が接続されている。制御部 1 6 0 は、電流供給部 1 1 0 および 1 2 0 を制御して静磁界の不均一を補正する。制御部 1 6 0 は、また、勾配駆動部 1 3 0 ないしデータ収集部 1 5 0 を制御して撮影を遂行する。

【 0 0 2 9 】

制御部 1 6 0 は、例えばコンピュータ ( c o m p u t e r ) 等を用いて構成される。制御部 1 6 0 は図示しないメモリ ( m e m o r y ) を有する。メモリは制御部 1 6 0 用のプログラムおよび各種のデータを記憶している。制御部 1 6 0 の機能は、コンピュータがメモリに記憶されたプログラムを実行することにより実現される。

【 0 0 3 0 】

勾配コイル部 1 0 6、R F コイル部 1 0 8、勾配駆動部 1 3 0、R F 駆動部 1 4 0 およびデータ収集部 1 5 0 からなる部部は、本発明における信号獲得手段の実施の形態の一例である。

【 0 0 3 1 】

データ収集部 1 5 0 の出力側はデータ処理部 1 7 0 に接続されている。データ収集部 1 5 0 が収集したデータがデータ処理部 1 7 0 に入力される。データ処理部 1 7 0 は、例えばコンピュータ等を用いて構成される。データ処理部 1 7 0 は図示しないメモリを有する。メモリはデータ処理部 1 7 0 用のプログラムおよび各種のデータを記憶している。

【 0 0 3 2 】

データ処理部 1 7 0 は制御部 1 6 0 に接続されている。データ処理部 1 7 0 は制御部 1 6 0 の上位にあってそれを統括する。本装置の機能は、データ処理部 1 7 0 がメモリに記憶されたプログラムを実行することにより実現される。

【 0 0 3 3 】

データ処理部 1 7 0 は、データ収集部 1 5 0 が収集したデータをメモリに記憶する。メモリ内にはデータ空間が形成される。このデータ空間は 2 次元フーリエ

(F o u r i e r) 空間を構成する。以下、フーリエ空間を  $k$  スペース ( $k - s p a c e$ ) ともいう。データ処理部 1 7 0 は、 $k$  スペースのデータを 2 次元逆フーリエ変換することにより対象 1 の画像を再構成する。データ処理部 1 7 0 は、本発明における画像生成手段の実施の形態の一例である。

## 【 0 0 3 4 】

データ処理部 1 7 0 には表示部 1 8 0 および操作部 1 9 0 が接続されている。表示部 1 8 0 は、グラフィックディスプレイ ( $g r a p h i c \ d i s p l a y$ ) 等で構成される。操作部 1 9 0 はポインティングデバイス ( $p o i n t i n g \ d e v i c e$ ) を備えたキーボード ( $k e y b o a r d$ ) 等で構成される。

## 【 0 0 3 5 】

表示部 1 8 0 は、データ処理部 1 7 0 から出力される再構成画像および各種の情報を表示する。操作部 1 9 0 は、使用者によって操作され、各種の指令や情報等をデータ処理部 1 7 0 に入力する。使用者は表示部 1 8 0 および操作部 1 9 0 を通じてインタラクティブ ( $i n t e r a c t i v e$ ) に本装置を操作する。

## 【 0 0 3 6 】

図 2 に、磁気共鳴撮影に用いるパルスシーケンス ( $p u l s e \ s e q u e n c e$ ) の一例を示す。このパルスシーケンスは、スピンエコー (SE:  $S p i n \ E c h o$ ) 法のパルスシーケンスである。

## 【 0 0 3 7 】

すなわち、(1) は SE 法における RF 励起用の  $90^\circ$  パルスおよび  $180^\circ$  パルスのシーケンスであり、(2)、(3)、(4) および (5) は、同じくそれぞれ、スライス勾配  $G_s$ 、リードアウト勾配  $G_r$ 、フェーズエンコード勾配  $G_p$  およびスピンエコー MR のシーケンスである。なお、 $90^\circ$  パルスおよび  $180^\circ$  パルスはそれぞれ中心信号で代表する。パルスシーケンスは時間軸  $t$  に沿って左から右に進行する。

## 【 0 0 3 8 】

同図に示すように、 $90^\circ$  パルスによりスピンの  $90^\circ$  励起が行われる。このときスライス勾配  $G_s$  が印加され所定のスライスについての選択励起が行われる。 $90^\circ$  励起から所定の時間後に、 $180^\circ$  パルスによる  $180^\circ$  励起すなわち

スピン反転が行われる。このときもスライス勾配  $G_s$  が印加され、同じスライスについての選択的反転が行われる。

【 0 0 3 9 】

$90^\circ$  励起とスピン反転の間の期間に、リードアウト勾配  $G_r$  およびフェーズエンコード勾配  $G_p$  が印加される。リードアウト勾配  $G_r$  によりスピンのデフーズ (d e p h a s e) が行われる。フェーズエンコード勾配  $G_p$  によりスピンのフェーズエンコードが行われる。

【 0 0 4 0 】

スピン反転後、リードアウト勾配  $G_r$  でスピンをリフェーズ (r e p h a s e) してスピネコーMRを発生させる。スピネコーMRはデータ収集部 1 5 0 によりビューデータ (v i e w d a t a) として収集される。このようなパルスシーケンスが周期  $TR$  (r e p e t i t i o n t i m e) で 6 4 ~ 5 1 2 回繰り返される。繰り返しのたびにフェーズエンコード勾配  $G_p$  を変更し、毎回異なるフェーズエンコードを行う。これによって、6 4 ~ 5 1 2 ビューのビューデータが得られる。

【 0 0 4 1 】

磁気共鳴撮影用パルスシーケンスの他の例を図 3 に示す。このパルスシーケンスは、グラディエントエコー (GRE : G r a d i e n t E c h o) 法のパルスシーケンスである。

【 0 0 4 2 】

すなわち、(1) は GRE 法における RF 励起用の  $\alpha^\circ$  パルスのシーケンスであり、(2)、(3)、(4) および (5) は、同じくそれぞれ、スライス勾配  $G_s$ 、リードアウト勾配  $G_r$ 、フェーズエンコード勾配  $G_p$  およびスピネコーMRのシーケンスである。なお、 $\alpha^\circ$  パルスは中心信号で代表する。パルスシーケンスは時間軸  $t$  に沿って左から右に進行する。

【 0 0 4 3 】

同図に示すように、 $\alpha^\circ$  パルスによりスピンの  $\alpha^\circ$  励起が行われる。 $\alpha$  は  $90$  以下である。このときスライス勾配  $G_s$  が印加され所定のスライスについての選択励起が行われる。

## 【 0 0 4 4 】

$\alpha^\circ$  励起後、フェーズエンコード勾配  $G_p$  によりスピンのフェーズエンコードが行われる。次に、リードアウト勾配  $G_r$  によりまずスピンをディフェーズし、次いでスピンをリフェーズして、グラディエントエコーMRを発生させる。グラディエントエコーMRはデータ収集部 1 5 0 によりビューデータとして収集される。このようなパルスシーケンスが周期  $T_R$  で 6 4 ~ 5 1 2 回繰り返される。繰り返しのたびにフェーズエンコード勾配  $G_p$  を変更し、毎回異なるフェーズエンコードを行う。これによって、6 4 ~ 5 1 2 ビューのビューデータが得られる。

## 【 0 0 4 5 】

図 2 または図 3 のパルスシーケンスによって得られたビューデータが、データ処理部 1 7 0 のメモリに収集される。なお、パルスシーケンスは S E 法または G R E 法に限るものではなく、例えばファーストスピンエコー ( F S E : F a s t S p i n E c h o ) 法やエコープラナーイメージング ( E P I : E c h o P l a n a r I m a g i n g ) 等、他の適宜の技法のものであってよいのはいうまでもない。データ処理部 1 7 0 は、メモリに収集したビューデータに基づいて画像を再構成する。

## 【 0 0 4 6 】

図 4 に、マグネットシステム 1 0 0 の模式的構成を部分的な断面図によって示す。本装置は本発明の実施の形態の一例である。本装置の構成によって、本発明の磁界形成装置に関する実施の形態の一例が示される。また、本装置に対して行われる静磁界補正方法によって、本発明の磁界補正方法に関する実施の形態の一例が示される。

## 【 0 0 4 7 】

同図に示すように、マグネットシステム 1 0 0 は 1 対の水平ヨーク ( y o k e ) 2 0 2 および 1 対の垂直ヨーク 2 0 4 を有する。水平ヨーク 2 0 2 は概ね板状の外形を有する。図ではその厚みを示す。垂直ヨーク 2 0 4 は概ね柱状の外形を有する。図ではその太さを示す。1 対の水平ヨーク 2 0 2 および 1 対の垂直ヨーク 2 0 4 からなる部分は、本発明におけるヨークの実施の形態の一例である。

## 【 0 0 4 8 】

1 対の水平ヨーク 2 0 2 は、空間を挟んで互いに対向するように 1 対の垂直ヨーク 2 0 4 によって支持されている。水平ヨークがこのように構成されていることにより、静磁界空間を適切に形成することができる。各ヨークは、例えば軟鉄等の磁性材料で構成され、次に述べる磁石のための磁気回路を形成している。なお、1 対の垂直ヨーク 2 0 4 はいずれか一方を省略してもよい。ただし、1 対の垂直ヨークで水平ヨークを両持ちにするほうが、構造的に堅固にするのが容易である。

## 【 0 0 4 9 】

1 対の水平ヨーク 2 0 2 の互いに対向する面には、1 対の磁石 1 2 2 がそれぞれ設けられている。これら磁石 1 2 2 の外形は概ね円板状である。図ではその厚みを示す。1 対の磁石 1 2 2 は厚み方向に同じ極性で磁化されている。このようにすることにより、垂直磁界が形成される。

## 【 0 0 5 0 】

磁石 1 2 2 は例えば永久磁石である。磁石 1 2 2 は、本発明における磁石の実施の形態の一例である。1 対の水平ヨーク 2 0 2、1 対の垂直ヨーク 2 0 4 および 1 対の磁石 1 2 2 からなる部分は、本発明における磁界形成手段の実施の形態の一例である。

## 【 0 0 5 1 】

1 対の磁石 1 2 2 の、水平ヨーク 2 0 2 とは反対側の磁極に、1 対のポールピース (pole piece) 1 2 4 がそれぞれ設けられている。ポールピース 1 2 4 は、例えば軟鉄等の磁性材料で構成され、磁石 1 2 2 に対する整磁板となり、静磁界を均一化している。これらポールピース 1 2 4 の外形も概ね円板状であり、図ではその厚みを示す。なお、ポールピース 1 2 4 は周縁部が、磁石 1 2 2 とは反対側に隆起し、この隆起で囲まれた部分がポールピース 1 2 4 の凹部となっている。ポールピース 1 2 4 は、本発明におけるポールピースの実施の形態の一例である。

## 【 0 0 5 2 】

ポールピース 1 2 4 の凹部に、補正コイル部 1 0 4、勾配コイル部 1 0 6 および R F コイル部 1 0 8 が收容されている。勾配コイル部 1 0 6 と R F コイル部 1



08は、勾配コイル部106を底側として積層されている。勾配コイル部106は、本発明における勾配コイルの実施の形態の一例である。

【0053】

補正コイル部104は、勾配コイル部106の周辺に沿ってそれを取り巻くように設けられている。補正コイル部104は、円線輪コイルであり、勾配コイル部106と同心円をなす。補正コイル部104は、本発明における円線輪コイルの実施の形態の一例である。以下、補正コイル部を円線輪コイルともいう。

【0054】

円線輪コイル104をこのように配置することにより、円線輪コイル104の厚みを勾配コイル部106の厚みの中に吸収することが可能となる。これによって、円線輪コイル104を設けることによる磁極間距離の増大を回避することができる。磁極間距離の増大は、同一強度の磁界を得るのにより強力な磁石を必要とする事態を招くが、磁極間距離の増大が回避できるのでそのような事態は生じない。

【0055】

1対の円線輪コイル104は、静磁界空間の中心すなわちマグネットシステムCに関して互いに対称的に配置される。1対の円線輪コイル104には、電流供給部110から供給された同極性の電流が流れる。電流の値は静磁界の2次項成分を相殺するように調整されている。円線輪コイル104および電流供給部110からなる部分は、本発明における補正手段の実施の形態の一例である。

【0056】

補償コイル部114は、マグネットシステム100の1対の垂直ヨーク204に巻かれた1対のソレノイドコイル(solenoid coil)となっている。以下、補償コイル部をソレノイドコイルともいう。

【0057】

ソレノイドコイル114は、電流供給部120から供給される電流によって垂直ヨーク204に起磁力を生じる。この起磁力に基づく磁界が、静磁界空間に生じる。ソレノイドコイル114を垂直ヨークに巻くことにより、その起磁力による磁界を静磁界空間に適正に発生させることができる。

## 【 0 0 5 8 】

この磁界は円線輪コイル 1 0 4 が生じる磁界と逆極性となるように、ソレノイドコイル 1 1 4 の電流方向が定められる。また、電流値は、ソレノイドコイル 1 1 4 の起磁力による磁界の 0 次項成分が、円線輪コイル 1 0 4 の磁界の 0 次項成分と等しくなるように設定される。これによって、円線輪コイル 1 0 4 の磁界の 0 次項成分の静磁界への影響が除去される。ソレノイドコイル 1 1 4 および電流供給部 1 2 0 からなる部分は、本発明における補償手段の実施の形態の一例である。

## 【 0 0 5 9 】

なお、仮に 0 次項成分の静磁界への影響が完全に除去できなかったとしても、R F パルスの周波数調整によって対応可能な範囲であるならば問題を回避することは容易である。また、1 次項成分については、勾配コイル部 1 0 6 が発生する勾配磁場によって補正可能である。

## 【 0 0 6 0 】

一方、2 次項成分に関しては、ソレノイドコイル 1 1 4 の起磁力によりヨークを通じて静磁界空間に生じる磁界の 2 次項成分が円線輪コイル 1 0 4 の磁界の 2 次項成分に比べて十分に小さいので、円線輪コイル 1 0 4 による静磁界の 2 次項成分補正に影響をおよぼさない。したがって、円線輪コイル 1 0 4 による静磁界の 2 次項成分補正を能率良く行うことができる。

## 【 0 0 6 1 】

周囲温度の変化や特性の経年変化等によって、静磁界の均一度が変化することがある。そのような場合には、データ処理部 1 7 0 による管理下で、制御部 1 6 0 により電流供給部 1 1 0, 1 2 0 を制御して均一度調整が行われる。

## 【 0 0 6 2 】

均一度調整にあたり、まず、静磁界の不均一度が求められる。不均一度は、例えば、静磁界空間におけるスピンの位相マップ (map) 等からデータ処理部 1 7 0 によって求められる。位相マップは対象 1 あるいは標準物体を磁気共鳴撮影した画像から求められる。このようにして求めた静磁界の不均一を、円線輪コイル 1 0 4 に供給する電流を新たな値に変更することによって補正する。

## 【 0 0 6 3 】

電流の変更にともなって 0 次項成分も変わってくる。0 次項成分の変化は、補正効果確認のために撮影した位相マップに反映するので、それに基づいてソレノイドコイル 1 1 4 に供給する電流を調整し、0 次項成分の変化の影響を除去する。これによって、0 次項成分の除去を適正に行うことができる。

## 【 0 0 6 4 】

位相マップに基づいて 0 次項成分の変化を感知するデータ処理部 1 7 0 は、本発明における感知手段の実施の形態の一例である。感知結果に基づいて電流供給部 1 2 0 の電流を調節する制御部 1 6 0 は、本発明における制御手段の実施の形態の一例である。

## 【 0 0 6 5 】

以上、好ましい実施の形態の例に基づいて本発明を説明したが、本発明が属する技術の分野における通常の知識を有する者は、上記の実施の形態の例について、本発明の技術的範囲を逸脱することなく種々の変更や置換等をなし得る。したがって、本発明の技術的範囲には、上記の実施の形態の例ばかりでなく、特許請求の範囲に属するすべての実施の形態が含まれる。

## 【 0 0 6 6 】

## 【発明の効果】

以上詳細に説明したように、本発明によれば、能率良く静磁界の 2 次項成分を補正する方法、2 次項成分が能率良く補正された静磁界を形成する装置、および、そのような磁界形成装置を備えた磁気共鳴撮影装置を実現することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図 1】

本発明の実施の形態の一例の装置のブロック図である。

## 【図 2】

撮影のパルスシーケンスを示す図である。

## 【図 3】

撮影のパルスシーケンスを示す図である。

## 【図 4】

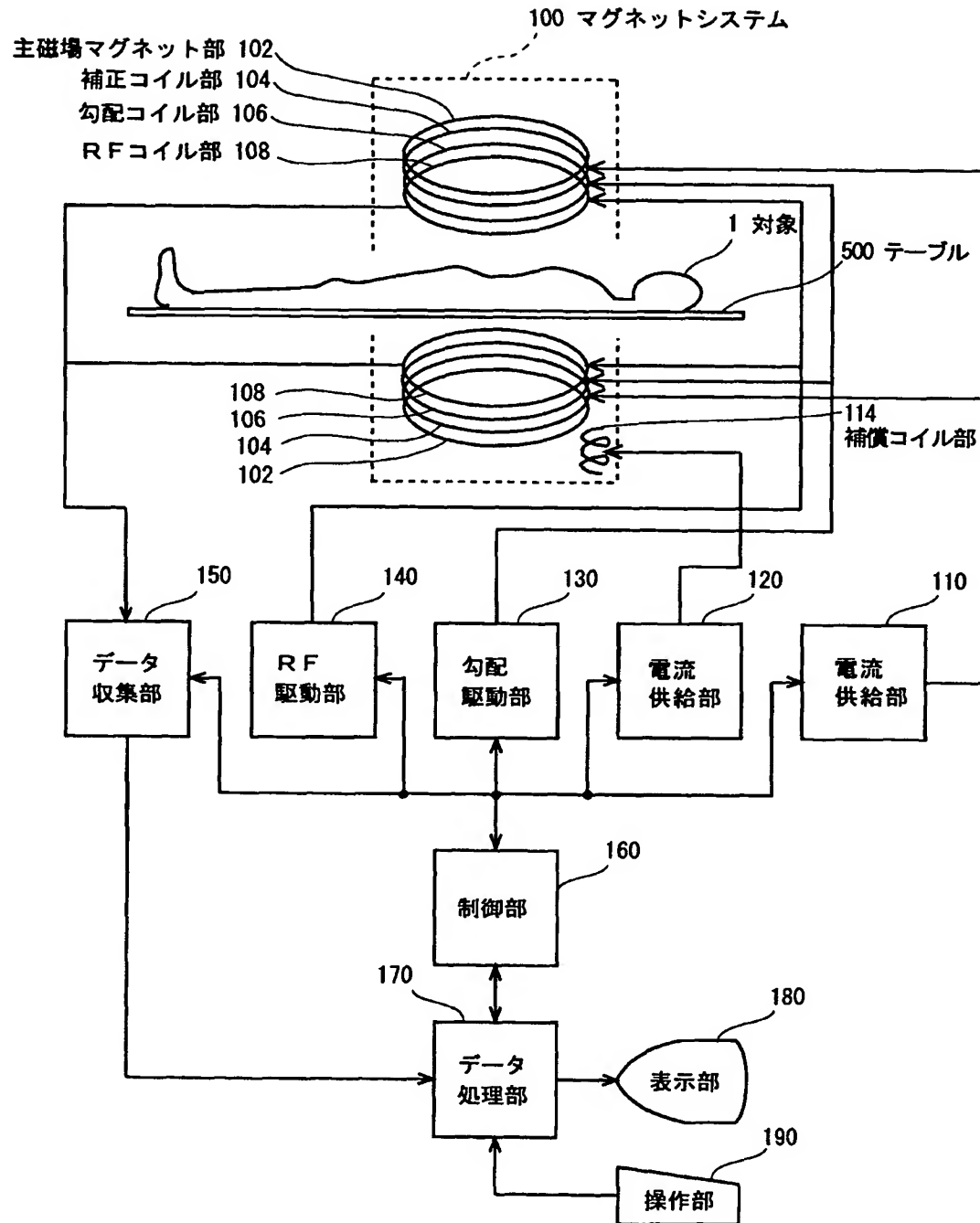
マグネットシステムの構成を示す図である。

【符号の説明】

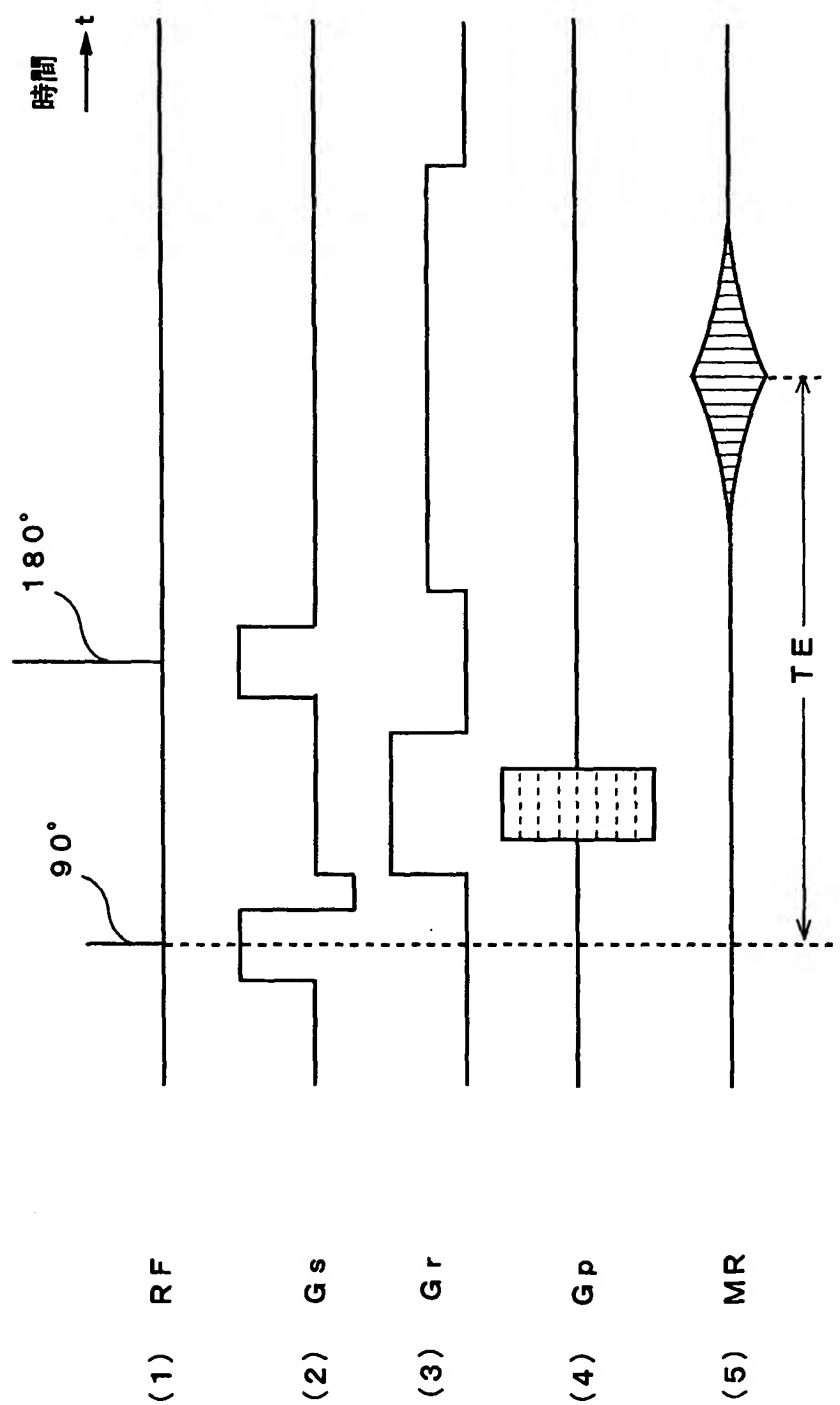
- 1 0 0    マグネットシステム
- 1 0 2    主磁場マグネット部
- 1 0 4    補正コイル部
- 1 0 6    勾配コイル部
- 1 0 8    R F コイル部
- 1 1 4    補償コイル部
- 1 1 0, 1 2 0    電流供給部
- 1 3 0    勾配駆動部
- 1 4 0    R F 駆動部
- 1 5 0    データ収集部
- 1 6 0    制御部
- 1 7 0    データ処理部
- 1 8 0    表示部
- 1 9 0    操作部
- 5 0 0    テーブル
- 2 0 2    水平ヨーク
- 2 0 4    垂直ヨーク

【書類名】 図面

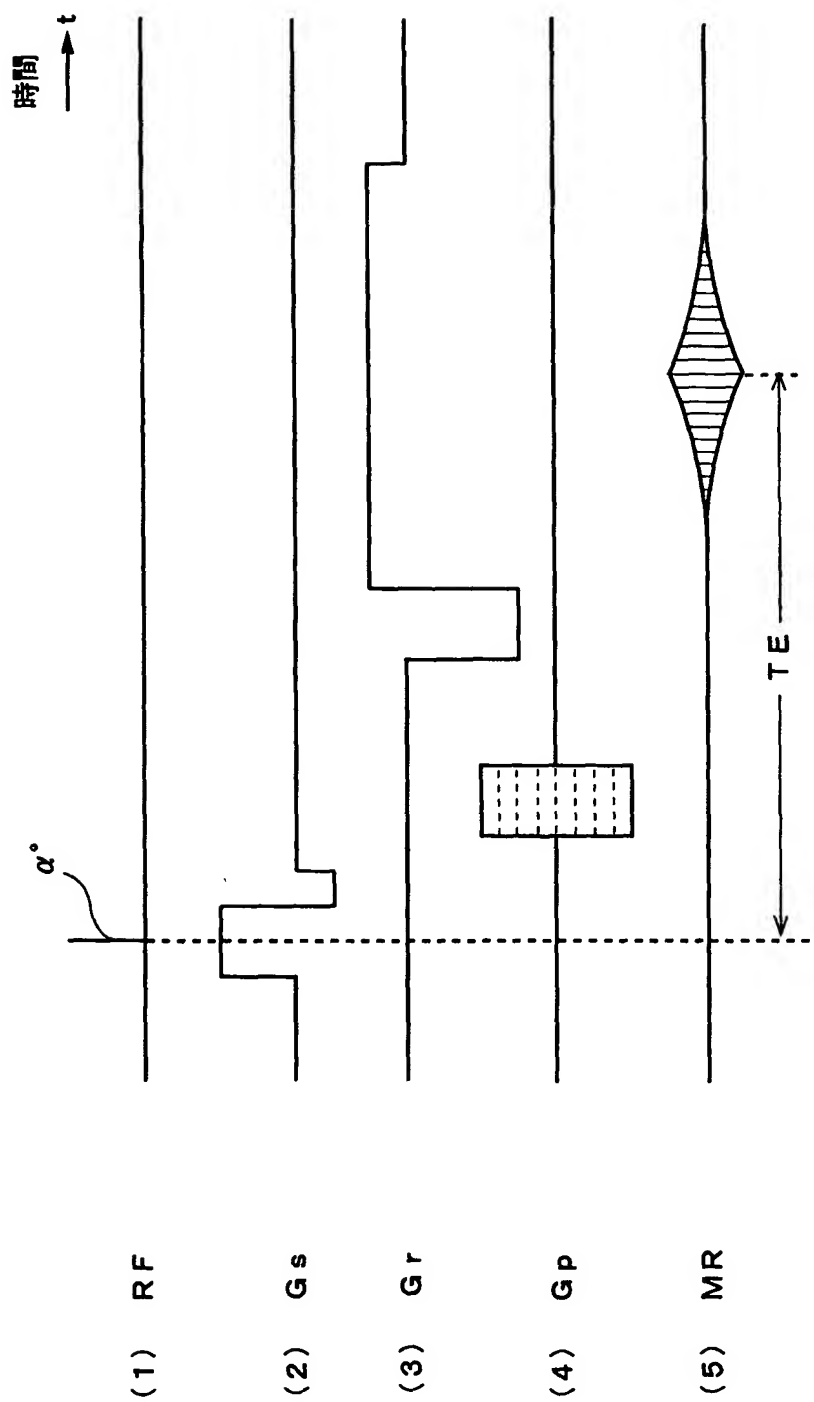
【図 1】



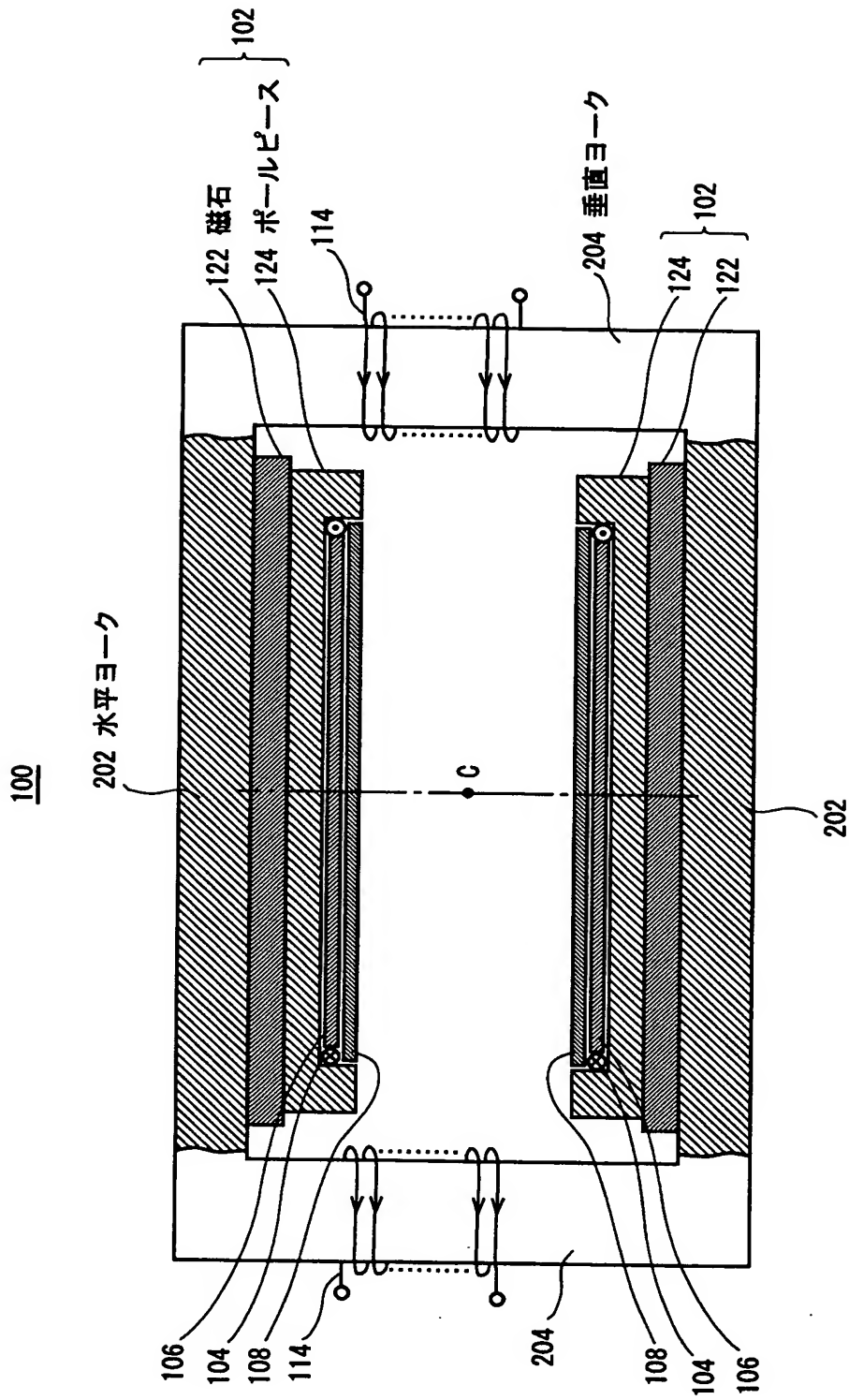
【図 2】



【図 3】



【図 4】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 能率良く静磁界の2次項成分を補正する方法、2次項成分が能率良く補正された静磁界を形成する装置、および、そのような磁界形成装置を備えた磁気共鳴撮影装置を実現する。

【解決手段】 空間を挟んで互いに対向するようにヨーク（202，204）によって支持された1対の磁石（102）が形成する静磁界の不均一誤差を補正するにあたり、静磁界の2次項成分を1対の円線輪コイル（104）が発生する磁界の2次項成分によって補正し、1対の円線輪コイルによる磁界の0次項成分を、ヨーク（204）に巻かれたコイル（114）が発生する磁界の0次項成分によって補償する。

【選択図】 図4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 3 0 0 0 1 9 2 3 8 ]

1. 変更年月日 2 0 0 0 年 3 月 1 5 日

[変更理由] 名称変更

住 所 アメリカ合衆国・ウィスコンシン州・5 3 1 8 8 ・ワウケシャ  
・ノース・グランドヴュー・ブールバード・ダブリュー・7 1  
0 ・3 0 0 0

氏 名 ジーイー・メディカル・システムズ・グローバル・テクノロジー  
・カンパニー・エルエルシー